

# SEMICONDUCTOR LASER GYRO

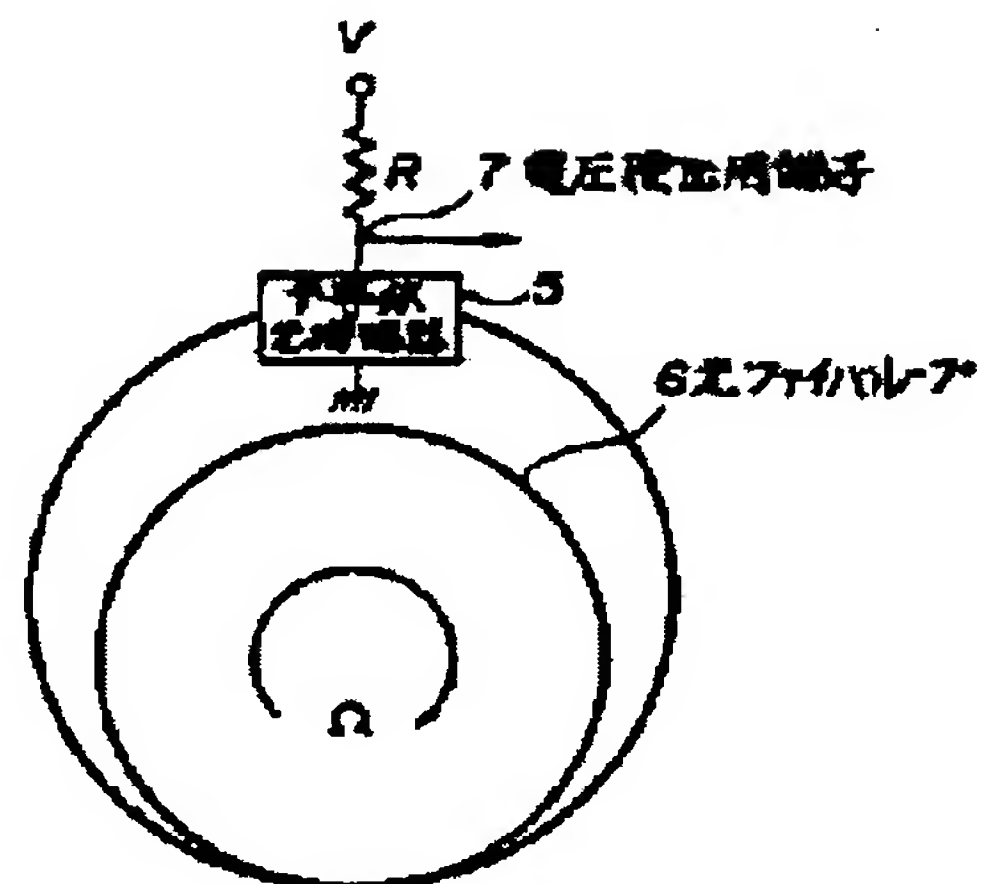
Publication number: JP4174317  
Publication date: 1992-06-22  
Inventor: IKEDA MASAHIRO  
Applicant: NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE  
Classification:  
- international: G01C19/72; G01C19/72; (IPC1-7): G01C19/72  
- european:  
Application number: JP19900299876 19901107  
Priority number(s): JP19900299876 19901107

Report a data error here

## Abstract of JP4174317

**PURPOSE:** To improve the stability by providing a semiconductor waveguide having a pn junction inside a ring resonator, and detecting the beat frequency from the change of the terminal voltage of the pn junction.

**CONSTITUTION:** A ring laser gyro is mounted onto a rotating object. When a direct current is allowed to run in a semiconductor optical amplifier 5 having a pn junction in a forward direction, since an optical fiber loop 6 of a plurality of windings constitutes a ring resonator, oscillation is brought about. In the ring resonator, the lights are turning in the right and left directions, with a frequency difference which is a multiplied result of the following equation by the number of the windings of the optical fiber loop 6. That is, the beat frequency  $\Delta f = 4A\Omega / \lambda C$  wherein  $\Omega$  is the angular velocity of the object,  $A$  is the area surrounded by the ring resonator,  $\lambda$  is the oscillating wavelength and  $C$  is the velocity of light in a vacuum. Therefore, the carrier of the optical amplifier 5 is changed with the beat frequency corresponding to the frequency difference, and the voltage at a voltage detecting terminal 7 is also changed with the beat frequency.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-174317

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>  
G 01 C 19/72

識別記号  
A  
庁内整理番号  
6964-2F

⑭ 公開 平成4年(1992)6月22日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 半導体レーザジャイロ

⑯ 特 願 平2-299876

⑰ 出 願 平2(1990)11月7日

⑱ 発 明 者 池 田 正 宏 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

⑳ 代 理 人 弁理士 谷 義 一

明 細 書

1. 発明の名称

半導体レーザジャイロ

2. 特許請求の範囲

1) pn接合を有する半導体光増幅器と、光ファイバを複数回巻回してループを構成し、そのループの両端を該半導体光増幅器の光入出力端間に結合した光ファイバループと、

前記半導体光増幅器に電流を注入する端子より前記pn接合の電圧変化を取り出して、ビート周波数を検出する手段と

を具えたことを特徴とする半導体レーザジャイロ。

2) 半導体基板と、

該半導体基板上に形成された、pn接合を有する半導体レーザと、

前記半導体基板上に、前記半導体レーザと共に

リング共振器を構成するように配置された、pn接合を有する半導体光導波路と、

前記半導体レーザに電流を注入する端子よりpn接合の電圧の変化を取り出してビート周波数を検出する手段と

を具えたことを特徴とする半導体レーザジャイロ。

(以下余白)

## 3. 発明の詳細な説明

## [産業上の利用分野]

本発明は、小型で構成が簡単な半導体レーザージャイロに関するものである。

## [従来の技術]

従来より用いられているリングレーザージャイロの構成例を第3図に示す。ここで、1はヘリウムネオンガスレーザー、2A~2Dは全反射ミラー、3はハーフミラーであり、これら部材によりリング共振器を構成する。4は共振出力を受ける受光器である。以上のように構成したレーザージャイロの全体を回転する物体に搭載してその回転角速度を測定する。今、物体が角速度 $\Omega$ で回転しているとすると、受光器4には次式で表わされるビート周波数 $\Delta f$ が検出される。

$$\Delta f = 4A\Omega / \lambda C \quad (1)$$

ただし、Aはリング共振器の囲む面積、 $\lambda$ は共振波長、Cは真空中の光速を表わしている。

(1)式はサグナック効果と呼ばれるもので、右回

とにある。

## [課題を解決するための手段]

このような目的を達成するために、本発明の一形態は、pn接合を有する半導体光増幅器と、光ファイバを複数回巻回してループを構成し、そのループの両端を該半導体光増幅器の光入出力端間に結合した光ファイバと、前記半導体光増幅器に電流を注入する端子より前記pn接合の電圧変化を取り出して、ビート周波数を検出する手段とを具備したことを特徴とする。

本発明の他の形態は、半導体基板と、該半導体基板上に形成された、pn接合を有する半導体レーザーと、前記半導体基板上に、前記半導体レーザーと共にリング共振器を構成するように配置された、pn接合を有する半導体光導波路と、前記半導体レーザーに電流を注入する端子よりpn接合の電圧の変化を取り出してビート周波数を検出する手段とを具備したことを特徴とする。

りと左回りの発振光波長が回転によって異なるためにビート周波数が受光器4によって検出されるものである。

この種のリングレーザージャイロでは、100度/1時間の角速度まで計測できるが、予め回転振動を与えてやることによって0.1度/1時間程度まで精度を向上することができる。

## [発明が解決しようとする課題]

ところが、このようなリングレーザージャイロにあつては、一辺の大きさは通常30cmと大きく、かつ光軸調整が非常に困難である。また、リング共振器では多くのミラーを使用するので、安定性が悪い。さらにまた、ハーフミラー3によって光出力を外部に取り出すため、共振器ロスが大きく、発振に大きいパワーを要するといった欠点があつた。

そこで、本発明の目的は、小型で構成が簡単であり、安定性が高く、かつ発振に大きいパワーを必要としない半導体レーザージャイロを提供することである。

## [作 用]

本発明では、従来例のように発振光をリング共振器の外部に取り出すことなく、共振器内部でビート周波数を検出するように構成したので、構成が簡単であり、製造が容易であり、発振パワーが小さくてすむ。しかも、光ファイバを用いる一形態ではミラーを用いておらず、また、半導体光導波路を用いる他の形態ではリング共振器を高精度にかつ小さく形成できるので、いずれの場合にも動作が安定している。

## [実施例]

以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

## [実施例1]

第1図は本発明の第一の実施例を示す構成図で、5はpn接合を有する半導体光増幅器であり、この光増幅器5のpn接合には電圧Vの電源(図示せず)から抵抗Rを介して電流を注入する。6は光ファイバとあつて、光増幅器5の光入出

力端間に配置する。

今、回転する物体の上に第1図示のリングレーザジャイロが搭載されているものとする。半導体光増幅器5に順方向の直流電流を流すと、光ファイバループ6でリング共振器を構成しているため、発振が発生する。この構成では発振光を外部に取り出さないため非常に低い閾値電流で発振する。リング共振器の中では、右回りと左回りの光が周回しており、各々の発振周波数には、(1)式に光ファイバループの巻数倍した周波数差が存在する。この周波数差に相当するビート周波数で半導体光増幅器5のキャリアが変化するため、その端子7における電圧もビート周波数で変動する。

通常の半導体光増幅器5で直流から約1GHzまで容易に端子電圧の変化を検出できた。ファイバ素線に薄いコーティングがかかっているものを用いて光ファイバループ6を構成することにより直径10cmで1万回の巻数が容易に達成できた。この構成によれば、第3図に示した従来のリングレーザ

InGaAsP 活性層22およびp-InP クラッド層23をこの順序に配置する。導波路12Aにおけるクラッド層23の上にはp形電極24を配置する。25は基板10の反対側主面上に配置されたn形電極である。

第2図(C)は第2図(A)のBB'線断面図を示し、ここで第2図(B)と対応する個所には同一符号を付す。ここで、光導波路11の上にはp形電極26A～26Cを配置する。光導波路12A～12C上の電極24と光導波路11上の電極26Aおよび26Cとは一体に形成されて電氣的に接続されている。半導体レーザ11における電極26Bは電極26Aおよび26Cと電氣的に絶縁されており、この電極26Bに端子14を接続して活性層22に電流を注入し、それによりレーザ光を発生させる。本実施例のデバイスはpn接合を有する半導体ウエハ上に構成した例であり、リング共振器の一辺の大きさは10μmから500μmと非常に小さい構成のものが容易に得られる。導波路11Aおよび12A～12Cおよび全反射用コーナミラー13A～13Dは塩素ガスや臭素ガスを用いた反応性イオンビームエッチング技術で

ジャイロの分解能を容易に越すことができる。

#### 【実施例2】

第2図(A)～(C)は同一半導体基板上に半導体レーザジャイロを形成した本発明の第2の実施例を示す構成図である。ここで、10は半導体基板、たとえばn-InP基板であり、この基板10上に、pn接合を有する半導体レーザによるビート周波数検出用半導体光導波路11およびpn接合を有する半導体利得光導波路12A～12Cを配置する。光導波路11および12A～12Cはたとえばリッジ型光導波路であって、長方形の四辺を構成し、各コーナーには全反射用コーナミラー13A～13Dを配置してリング共振器を構成する。14は電圧検出用端子であり、電圧V<sub>o</sub>の電源(図示せず)より抵抗Rを介して半導体レーザ11に電流を供給する。15はバイアス電流供給用端子であり、電圧V<sub>b</sub>の電源(図示せず)から抵抗R'を介して光導波路12Cにバイアス電流を供給する。

第2図(B)は第2図(A)のAA'線断面図を示し、n-InP基板10上には、n-InPクラッド層21、

作製した。GaAs系DHウエハを用いたデバイスでは、発振閾値電流が数mAのものが均一性よく得られた。これを用いたデバイスの回転角速度検出限界は100度/1時間程度であるが、予め回転振動を与えることによって改善できることは言うまでもない。

なお、以上では半導体としてInP系化合物半導体を用いる例を示したが、本発明はかかる実施例に限定されるものではなく、GaAs系半導体を用いることもできる。また、半導体の導電型も上述したp、nの例に限られず、互いに逆の導電型とすることもできる。

あるいはまた、光導波路としては、上述した実施例のリッジ型光導波路に限られるものではなく、埋込型など他の形態の光導波路であってもよいことは勿論のことである。

#### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明では、リング共振器の内部にpn接合を有する半導体導波路を設け、

そのpn接合の端子電圧の変化でビート周波数を検出することにより、ビート周波数検出機能を共振器の内部に持たせるようにしたので、以下に示すような利点を得られる。

- (1) 構成が簡単のため、製造が容易である。
- (2) 第1実施例ではミラーを用いず、第2実施例ではリング共振器の一辺が非常に小さく、かつエッチング技術などで高精度にミラーを作り込めるので、動作が安定である。
- (3) 発振光をリング共振器の外部に取り出さないで、発振閾値パワーが小さくてよい。
- (4) その結果、消費電力が小さい。
- (5) 装置全体が小さくて軽いため、大きな加速度に耐えることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1実施例を示す構成図、

第2図(A)、(B) および(C) は、それぞれ、本発明の第2実施例を示す平面図、AA'線断面図およびBB'線断面図、

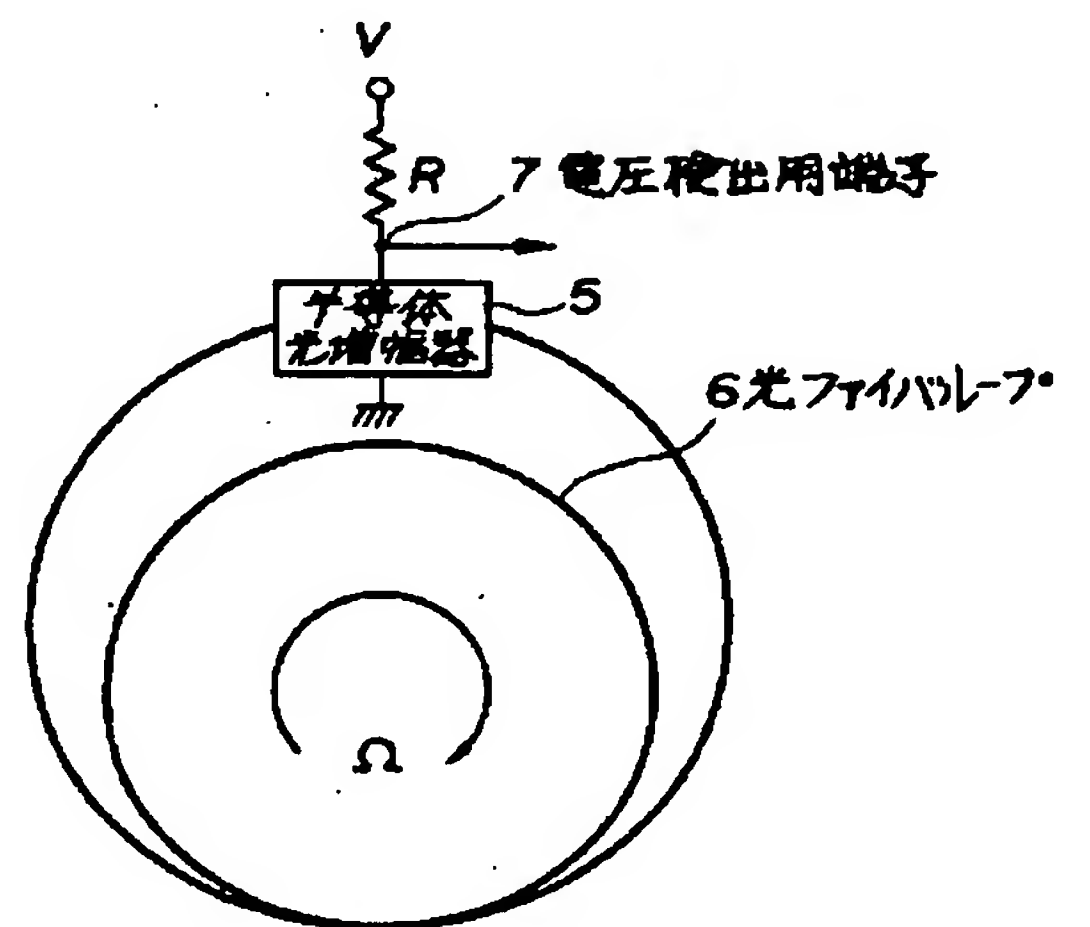
25…n形電極。

第3図は従来のリングレーザジャイロの一例を示す構成図である。

- 1…ガスレーザ、
- 2A～2D…全反射ミラー、
- 3…ハーフミラー、
- 4…受光器、
- 5…半導体光増幅器、
- 6…光ファイバループ、
- 7…電圧検出用端子、
- 10…n-InP基板、
- 11…ビート周波数検出用半導体光導波路、
- 12A～12C…半導体利得光導波路、
- 13A～13D…全反射用コーナミラー、
- 14…電圧検出用端子、
- 15…バイアス電流供給用端子、
- 21…n-InPクラッド層、
- 22…InGaAsP活性層、
- 23…p-InPクラッド層、
- 24, 26A～26c…p形電極、

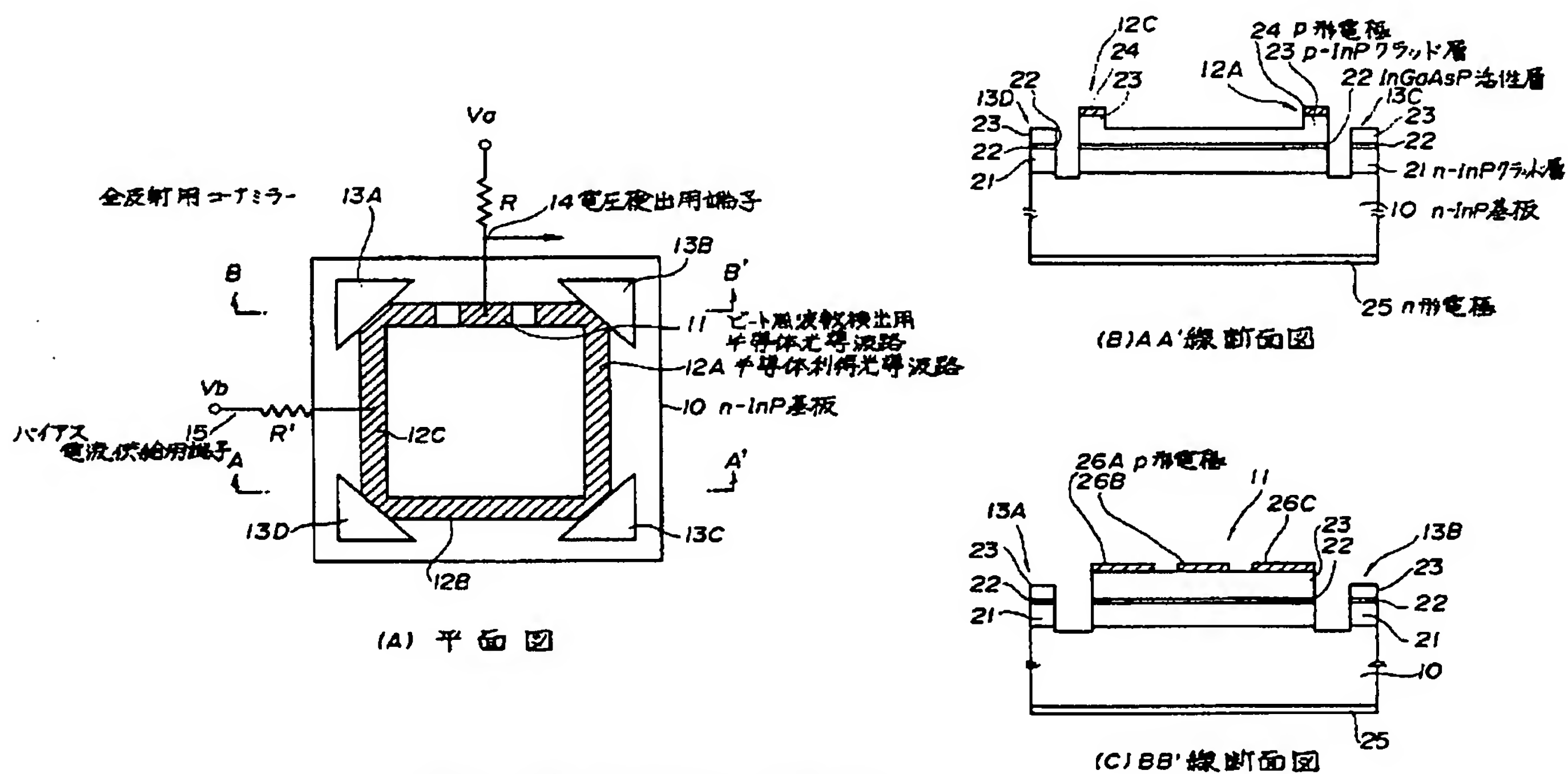
特許出願人 日本電信電話株式会社

代理人 弁理士 谷 義 一



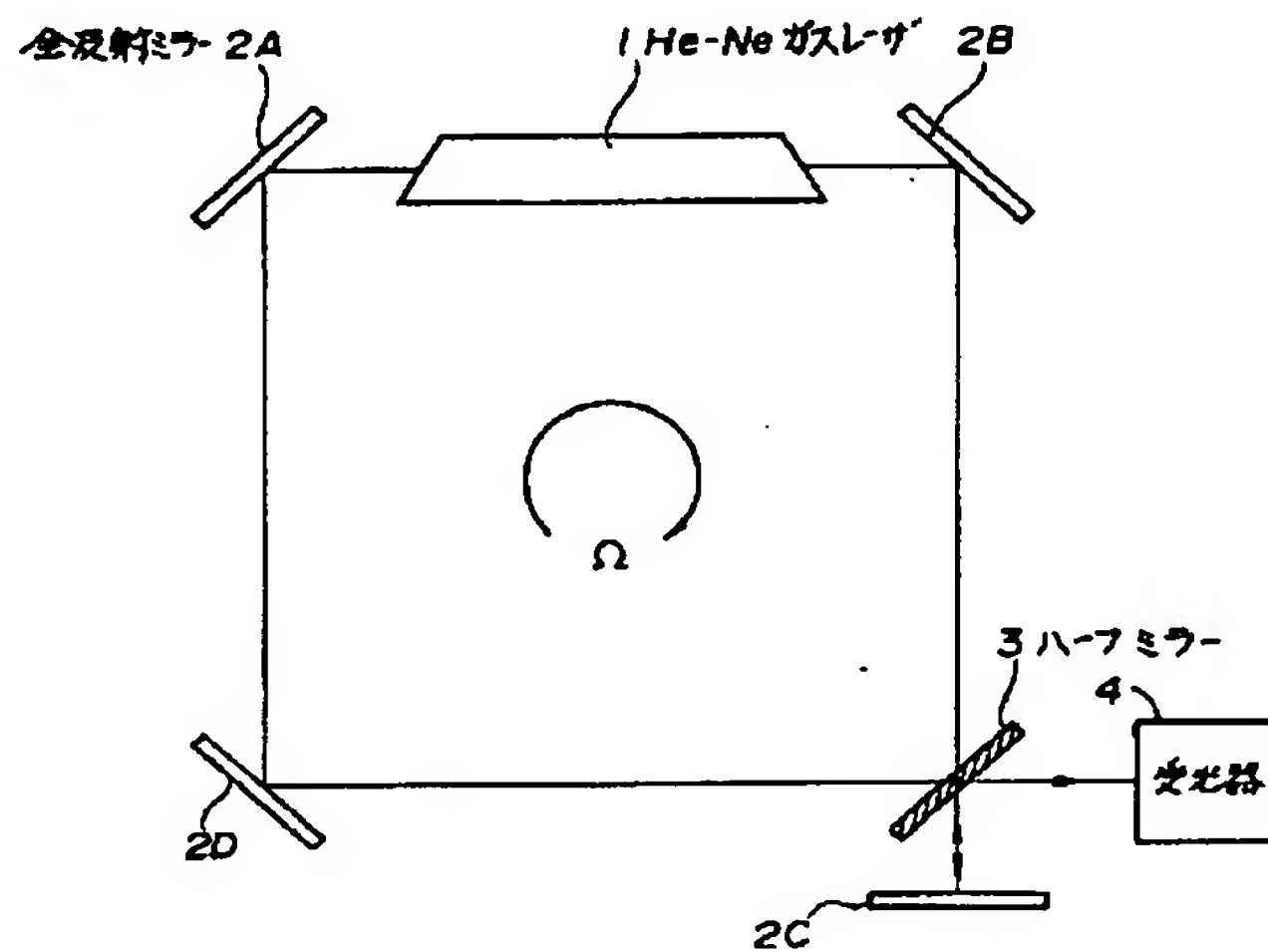
本発明の第1実施例を示す構成図

### 第1図



本発明の第2実施例を示す構成図

第2図



従来のリングレーザジャイロの一例を示す構成図

第3図